车载用高压侧型 2 in 1 IPS “F5114H”

High-Side 2-in-1 IPS “F5114H” for Automobiles

森泽　由香 MORISAWA, Yuka　　**鸢坂　浩志** TOBISAKA, Hiroshi　　**安田　贵弘** YASUDA, Yoshihiro

近年来，汽车领域中的电子控制，以安全、环境、节能为关键词不断进化。电装系统中使用的半导体产品除了这些关键词，还面临着小型化、高可靠性化的要求。富士电机为实现进一步的小型化，开发了车载用高压侧型 2 in 1 IPS “F5114H”。在和 SOP-8 封装相同尺寸的 SSOP-12 封装中，搭载 2 个和旧型产品具备相同功能的芯片，以双通道实现了与单通道的产品相同的安装面积。另外，采用了高可靠性的引线，从而可在高温环境中使用。由此，可进一步实现 ECU (Electronic Control Unit) 的小型化。

In recent years, electronic control has been advancing in automotive electrical systems based on the keywords of safety, environment, and energy savings. In addition to these keywords, semiconductor products are also required to be compact and highly reliable. Fuji Electric has developed the high-side 2-in-1 intelligent power switch (IPS) “F5114H” for automotive applications to achieve even greater device miniaturization. Fuji Electric has equipped the SSOP-12 package, which has the same external dimensions as the SOP-8 package, with 2 chips that have the same functionality as previous products, allowing for two channels on the same mounting area as the previous one channel products. It also utilizes a highly reliable wire that can be used in high temperature environments. These enhancements have made it possible to greatly reduce ECU size.

1　引言

近年来，汽车领域中的电子控制，以安全、环境、节能为关键词不断进化。电装系统中使用的半导体产品除了这些关键词，还面临着小型化、高可靠性化的要求。

富士电机开发着用于引擎、变速、制动等电装系统的 IPS (Intelligent Power Switch)。这一 IPS 在同一个芯片上集合了用作输出段的垂直功率 MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 和构成控制、保护电路的横向 MOSFET。推出了在电源侧配置了半导体元件、在接地侧配置负载的高压侧型 IPS，和相反配置的低压侧型 IPS 的系列。通过采用 IPS，可削减 ECU (Electronic Control Unit) 电路部件的数量，同时缩小安装面积，实现 ECU 的小型化。近年来，还运用了第 4 代 IPS 的元件技术和工艺技术[(1)〜(3)]，使芯片进一步小型化。本稿将对为实现进一步小型化而开发的车载用高压侧型 2 in 1 IPS “F5114H” 进行介绍。

2　产品概要

F5114H 的特点如下所示。

(a)　小型 SSOP-12 封装中搭载双通道芯片

(b)　运用高可靠性引线

图 1 中展示了 F5114H 的外形和元件结构。凭借第 4 代 IPS 的元件技术和工艺技术，输出段功率 MOSFET 从旧型的平面栅 MOSFET 变更为沟槽栅 MOSFET，电路部不但要素元件自身实现了微细化，还缩小了连接要素元件间的配线面积，并通过运用多层配线技术，实现了芯片的小型

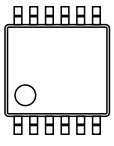
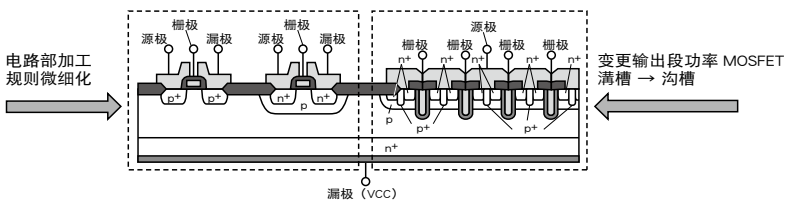
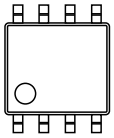
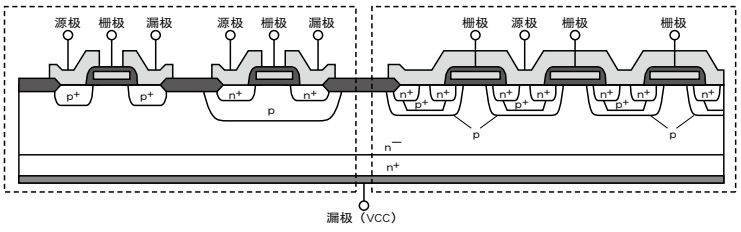
型号	外形图	封装	通道数	元件结构图
F5114H （新开发产品）		SSOP-12	2	
F5044H （传统产品）		SOP-8	1	

图 1　F5114H 的外形和元件结构

化。随着芯片的小型化，在和 SOP-8 封装有相同安装面积的 SSOP-12 封装中，搭载了 2 个和旧型产品具备相同功能的芯片。由此，将通过电装系统进一步的小型化和部件数量的减少，为降低总成本做出贡献。另外，焊线采用的是确保可应对伴随 ECU 小型化的元件自身的和使用环境高温化的材料。

3 特性

F5114H 的电路框图如**图 2** 所示，绝对最大额定如**表 1** 所示，逻辑表如**表 2** 所示，电气特性如**表 3** 所示。F5114H 具备与旧型产品 IPS“F5044H”相同的电气特性，且搭载了以下功能。

(a) 负载短路保护功能
(b) 低电源电压检测功能
(c) 确保双通道的通电能力

3.1 负载短路保护功能

负载短路保护功能在当输出段功率 MOSFET 有过电流通过时，将通过保护元件自身，同时保护系统和负载。凭借这一功能，可检测出负载短路时的过电流，为了降低电力，会把使输出电流处于振荡状态时的峰值电流抑制到一定程度。

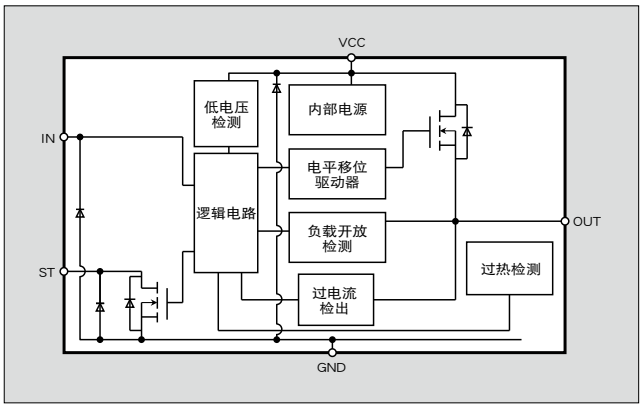


图 2 “F5114H”的电路框图（单通道）

表 1 绝对最大额定

项目	符号	条件	额定	
电源电压（V）	V_{cc1}	250 ms	—	50
	V_{cc2}	DC	-0.3	35
输出电流（A）	I_D	每 1 个通道 *	—	1.65
输出电压（V）	V_{OA}	—	Vcc−50	—
耗电量（W）	P_D	*	—	1.5
输入电压（V）	V_{IN}	DC	-0.5	7
输入电流（mA）	I_{IN}	DC	-10	10
稳态电压（V）	V_{ST}	DC	-0.3	7
稳态电流（mA）	I_{ST}	—	—	5
接合部温度（℃）	T_j	—	-40	175
保存温度（℃）	T_{STG}	—	-55	175

* 安装环氧玻璃 4 层基板〔10×5×1.2（mm)〕，双通道同时开通

表 2 逻辑表

模式	IN	ST	OUT
正常运行	L H	L H	L H
过热检测	L H	L L	L L
过电流检出	L H	L L	L L
负载开放检测	L	H	H
低电压检测	L H	L L	L L
IN 输入端子开放	L Open	L L	L L

表 3 电气特性

项目	符号	条件	标准值	
			最小	最大
运行电源电压（V）	V_{cc}	T_j=-40 ～ 175 ℃	4.5	16
低电压检测（V）	UV_1	V_{IN}=5 V	2	4.3
低电压复位（V）	UV_2	V_{IN}=5 V	2.2	4.5
静止电源电流（mA）	$I_{cc\ (L)\ 1}$	R_L=10 Ω V_{IN}=0 V	—	0.6
	$I_{cc\ (L)\ 2}$	OUT 开放 V_{IN}=0 V	—	0.6
运行电源电流（mA）	$I_{cc\ (H)}$	V_{IN}=5 V R_L=1 kΩ	—	5
输入阈值电压（V）	$V_{IN\ (H)}$	V_{cc}=4.5 ～ 16 V R_L=10 Ω	2.8	—
	$V_{IN\ (L)}$		—	1.5
输入电流（μA）	$I_{IN\ (H)}$	V_{IN}=5 V	5	70
	$I_{IN\ (L)}$	V_{IN}=0 V	-10	10
导通电阻（Ω）	$R_{DS\ (on)}$	I_L=1.5 A T_j=25 ℃	—	0.12
		I_L=1.5 A T_j=175 ℃	—	0.27
输出漏电流（mA）	I_{OH}	V_{OUT}=Vcc V_{IN}=0 V	—	2
	I_{OL}	V_{OUT}=0 V V_{IN}=0 V	-0.24	—
过电流检测（A）	I_{OC}	V_{cc}=13 V V_{IN}=5 V	2	7
过电流模式下峰值电流（A）	*PeakI*	V_{cc}=13 V V_{IN}=5 V	—	16
过电流模式下周期（ms）	*Per*		—	3
过电流模式下占空（%）	*Duty*		—	40
过热检测 检测（℃）	T_{trip1}	V_{IN}=5 V	—	207
过热检测 复位（℃）	T_{trip2}		175	—
开通时传递延迟时间（μs）	t_{ACCON}	V_{cc}=13 V R_L=10 Ω V_{IN}=5 V−0 V	—	140
关断时传递延迟时间（μs）	t_{ACCOFF}		—	140
开通时间（μs）	t_{on}		—	120
关断时间（μs）	t_{off}		—	70
稳态电压 L 水平（V）	$V_{ST\ (L)}$	V_{IN}=0 V R_L=10 Ω I_{st}=0.6 mA	—	0.5
稳态漏电流（μA）	I_{STleak}	V_{IN}=5 V R_L=10 Ω V_{st}=7 V	—	10
状态延迟（μs）	$t_{ST\ (on)}$	V_{cc}=13 V R_L=10 Ω V_{IN}=5 V−0 V V_{st}=5 V	—	200
	$t_{ST\ (off)}$		—	200
负载开放检测电压（V）	V_{OIH}	V_{IN}=0 V V_{ST}=L → H	4	—
负载开放复位电压（V）	V_{OIL}	V_{IN}=0 V V_{ST}=H → L	—	1.6

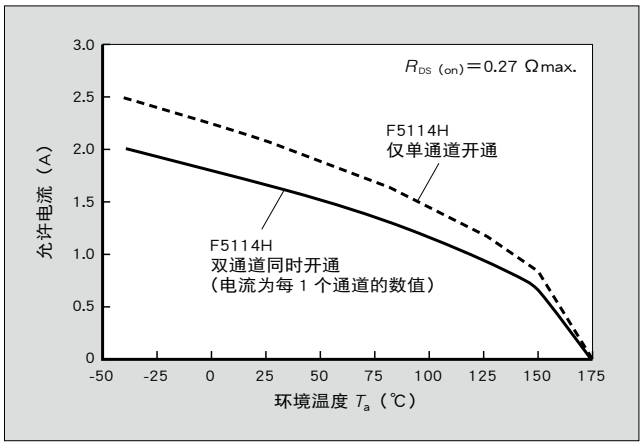
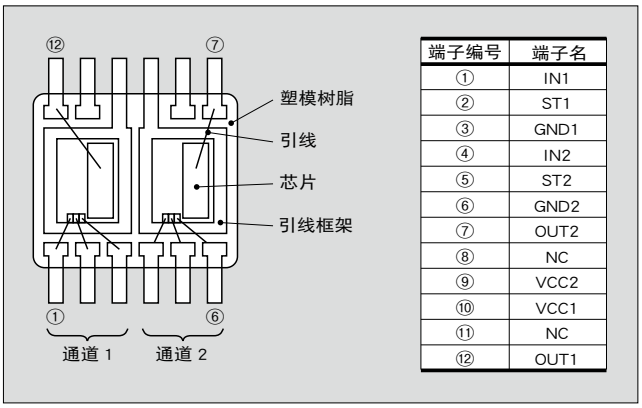


图 3 “F5114H”的允许电流范围



端子编号	端子名
①	IN1
②	ST1
③	GND1
④	IN2
⑤	ST2
⑥	GND2
⑦	OUT2
⑧	NC
⑨	VCC2
⑩	VCC1
⑪	NC
⑫	OUT1

图 4 “F5114H”的内部结构概要

由此，即使在异常状态下，也可减少元件产生的干扰。另外，F5114H 凭借过电流和过热的双重保护功能，提升了产品的安全性。

3. 2 低电源电压检测功能

在低电源电压下运行时，为应对引擎启动时等电源电压瞬间降低的状态，即使电源电压降为 4.5 V，也能维持与通常电压 13 V 时基本相同的导通电阻。另外，为确保电源电压不足 4.5 V 的区域中电路动作稳定，还采用了在检测出低电压的同时关断输出的设计。凭借这些设计，即使是在电源电压降低时，也确保了和通常情况下同等的元件性能。

3. 3 确保双通道的通电能力

与旧型的单通道产品相比，双通道产品在同一封装中安装了 2 个芯片，因此，会有允许电流和允许损耗降低的忧虑。针对这一问题，通过将接合部保证温度设定为 175 ℃，预防了允许电流和允许损耗的降低。

图 3 中展示了 F5114H 的允许电流范围。即使是最严苛的高温运行条件，即双通道同时开通时，也能确保每 1 个通道 I_D=1.65 A（T_a=25 ℃时）的通电能力。另外，关于允许损耗，可确保与旧型产品同等的允许损耗 P_D=1.5 W。

4 封装的特点

4. 1 封装的冗余设计

F5114H 中为使各通道的功能独立运行，采用了如**图 4** 所示的各芯片引线框架分离的结构。采用了内部电源、GND 电路等不共享，而是配置在各通道中，即使是单侧通道异常发热或被破坏时，另一侧通道的运行也不会受阻的冗余设计。关于端子排列，出于故障安全的观点，通过在电源端子（VCC）和输出端子（OUT）间设置 NC（Non Connect）端子，可减少相邻端子间短路带来的破坏风险。端子宽和间隔采用以 JEITA 的 EIAJ EDR-7314 A[注] 为依据的封装设计。另外，端子电镀采用了无铅焊料（Sn-Ag）。

〈注〉JEITA 的 EIAJ EDR-7314 A：一般社团法人 电子信息技术产业协会制定的、关于紧缩小型封装（SSOP）的集成电路封装设计指南

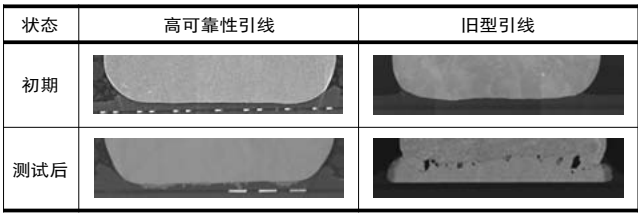


图 5 高温放置试验后的引线、电极间截面的观察结果

4. 2 运用高可靠性引线

F5114H 为应对伴随 ECU 小型化的元件自身和使用环境的高温化，设计保证温度范围为 T_j=−40 ～ +175 ℃[(2)]，相比旧型产品，可在更高温的环境下使用。鉴于今后高温环境下的运行时间会延长的设想，必须采用可提升高温使用方面可靠性的引线材料。

在高温环境中长时间放置时，引线和铝电极垫片的接合界面的状态如**图 5** 所示。旧型的引线可以看出界面状态的变化，但此次运用的高可靠性引线上，几乎看不出界面的变化。为应对今后在更加高温环境下的使用，实现了可靠性的提升。

5 后记

本稿对车载用高压侧型 2 in 1 IPS“F5114H”进行了介绍。通过搭载以和过去的单通道产品相同的封装尺寸，确保了同等通电能力的双通道的芯片，可为安装面积的缩小和总成本的降低做贡献。此外，还通过采用高可靠性引线，支持在更加严苛的高温环境下使用。今后，富士电机将推进更多 IPS 的系列化，为电装系统的小型化、低价格化和高可靠性化做贡献。

参考文献

⑴ 鳶坂浩志ほか. 車載用第 4 世代 IPS「F5100 シリーズ」. 富士電機技報. 2012, vol.85, no.6, p.440-444.
⑵ 中川翔ほか. ワンチップ リニア制御用 IPS「F5106H」. 富士電機技報. 2013, vol.86, no.4, p.273-276.
⑶ Toyoda, Y. et al. “60V-Class Power IC Technology for an Intelligent Power Switch with an Integrated Trench MOSFET”. ISPSD 2013, p.147-150.

森泽　由香

从事智能功率开关的设计和开发。现就职于富士电机株式会社电子元件事业本部事业统括部汽车电装技术部。

安田　贵弘

从事功率半导体元件，特别是分立器件的组装技术的开发。现就职于富士电机株式会社电子元件事业本部开发统括部封装安装开发部。

鸢坂　浩志

从事智能功率开关的设计和开发。现就职于富士电机株式会社电子元件事业本部事业统括部汽车电装技术部。

富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。